

# 第11回宇宙科学シンポジウム

## すざくによる狭輝線1型セイファート銀河のワイドバンド観測

高橋宏明, 林田清, 穴吹直久 (大阪大学)



### 概要

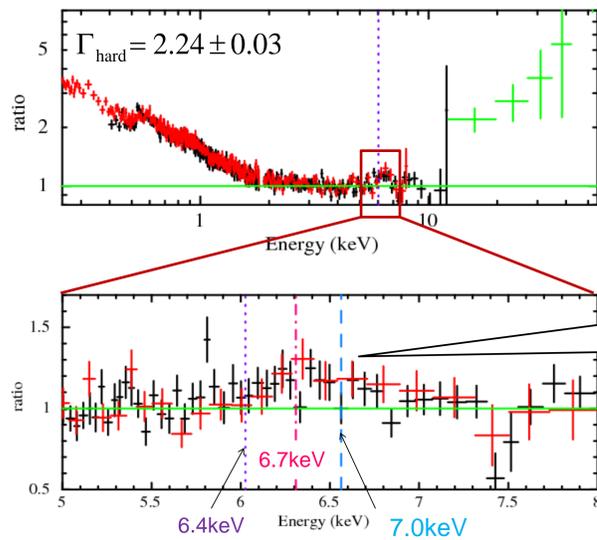
活動銀河核(AGN)の軟X線超過成分は温度が $kT=100-200\text{eV}$ の黒体放射モデルで近似出来るが、中心ブラックホール(BH)質量から期待される温度と比べると、観測で得られた値は温度が高過ぎる、という問題がある。我々はこの軟X線超過成分の性質を理解するために、代表的な狭輝線1型セイファート(NLS1)であるTonS180( $z=0.062$ )をすざくで観測し、この天体の0.25-55keVのワイドバンドX線スペクトルについて調べた。我々はこの天体のX線スペクトルがべき関数成分+反射成分+多温度黒体放射成分で説明できることを示し、円盤をほぼ真横から見ていたと考えた。また、AGNでは普遍的に見られる中性鉄からの蛍光X線が見られないことも明らかにした。

TonS180で使用したモデルが他のAGNでも適用できるか、すざくのアーカイブデータを使い、系統的解析を行った。すざくが観測した13個のNLS1の中から、HXD-PINで有意に受かり、且つ、TonS180以外に低エネルギー側と高エネルギー側でべき関数成分からの超過が見られる4天体( PKS 0558-504, Mrk 335, Ark 564, IGR J16185-5928)を選んだ。

4つの天体の内、Mrk335とArk564はTonS180と同様に黒体放射温度を100eV以下に制限することが出来た。中性鉄輝線に関しては、どの天体も強度が典型的なセイファート1型(BLS1)の平均値に比べて弱い。

### すざくによる、NLS1 TonS180の観測

すざくによる成果[8]



①:15keV以上のX線スペクトルの取得(図1.上)  
すざくのHXD-PINのデータから、TonS180の10keV以上の硬X線スペクトルが得られた(NXBの約4%)。過去の観測から、TonS180はRXTE衛星によって15keVまでのX線スペクトルが得られていたが[7]、すざくの観測によって15keV以上のX線スペクトルを初めて検出した。

②:中性鉄からの輝線が見えない(図1.下)  
広がった鉄輝線:  $\text{Line E} = 6.7_{-0.1}^{+0.2}[\text{keV}]$ ,  $\sigma = 0.4_{-0.1}^{+0.3}[\text{keV}]$ ,  $\text{EW} = 190_{-146}^{+150}[\text{eV}]$   
中性鉄からの蛍光X線:  $\text{Line E} = 6.4[\text{keV}](\text{fix})$ ,  $\sigma = 0.01[\text{keV}](\text{fix})$ ,  $\text{EW} < 35[\text{eV}]$

③:AGNの軟X線超過成分問題の緩和  
先に得られた結果も使い、TonS180のワイドバンドスペクトルを再現するモデルを調べると、べき関数成分+反射成分+多温度黒体放射成分を重ね合わせて良く再現できた。多温度黒体放射成分、反射成分の形から、TonS180はスリムディスクな円盤をほぼ真横から見ていたと考えることが出来る(図2)。

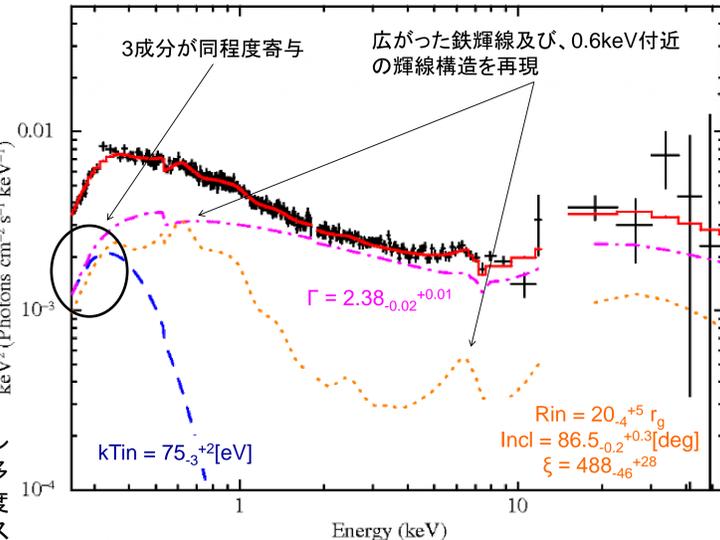


図2. TonS180のワイドバンドスペクトルとベストフィットモデル (多温度黒体放射モデル使用)

図1.(上)2.5-12keVをべき関数成分で近似し、エネルギー範囲を0.25-55keVに広げた時のデータ/モデル。(下)5-8keVの拡大図。

### TonS180以外のNLS1のワイドバンドスペクトル解析

TonS180で試したモデルを使って他のAGNでも軟X線超過成分の問題を緩和できないか検討するために、すざくのアーカイブデータを使って系統的解析を行った。まずアーカイブデータの中から、NLS1を選んだ(全部で13個; Veronカタログ[9], Leighly, 1999[4], Miyazawa et al. 2009[6]参照)。その中から更に、15-40keVのX線フラックスがNXBの4%以上で、且つ、2.5-4.5keV、7.5-12keVのX線スペクトルをべき関数モデルで近似し時に図1(上)の様に低エネルギー側、高エネルギー側で超過成分が見られる天体を選ぶと、TonS180の他に4天体が残った(PKS0558-504, Mrk335, Ark564, IGRJ16185-5928)。そこで、この4天体についてワイドバンドのスペクトル解析を行った。

### 結果[1]:ワイドバンドのスペクトルフィット(Total, べき関数成分, 反射成分, 多温度黒体放射成分, 中性鉄輝線)

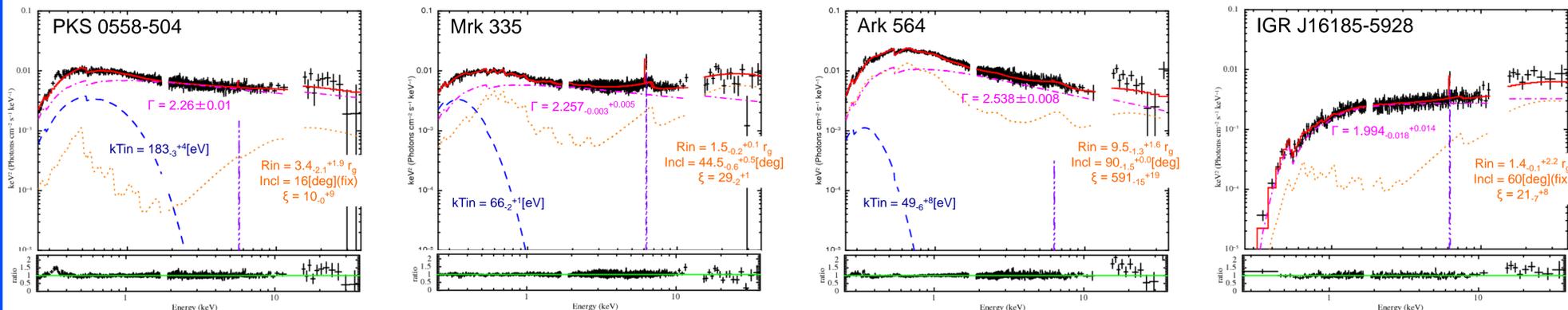
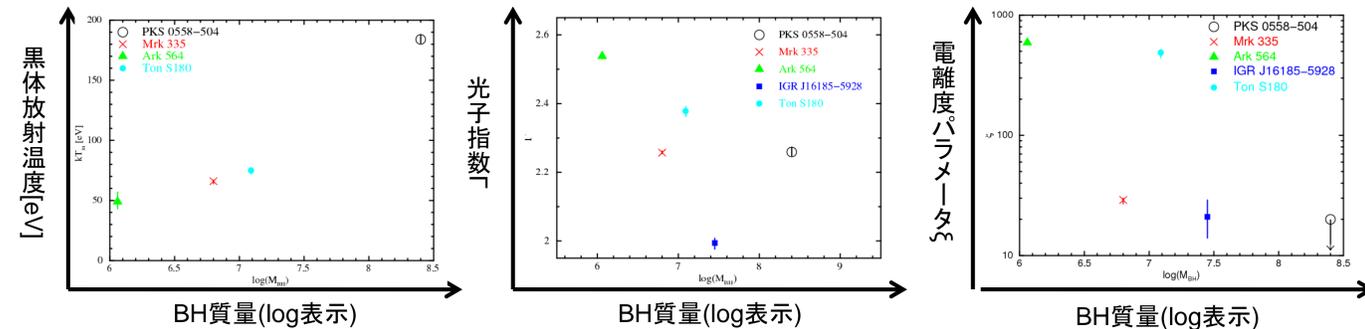


図3. ワイドバンドのX線スペクトル&ワイドバンドモデルとその比率

### Comment①

- Mrk335とArk564はTonS180と同様に黒体放射温度を100eV以下で制限出来た。一方、PKS0558-504では、 $k\text{Tin}=183\text{eV}$ と高い。これは、反射成分の相対強度が他の天体に比べて弱い(PKS0558-504: $F_{\text{反射}}/F_{\text{Total}}=r1=0.05$ ; TonS180: $r1=0.3$ ; Mrk335: $r1=0.13$ ; Ark564: $r1=0.47$ ; IGRJ16185-5928: $r1=0.14$ ) ことを反映している。IGRJ16185-5928では、多温度黒体放射モデルは必要ない。ただし、この天体の銀河吸収は $2.47 \times 10^{21}\text{cm}^{-2}$ と高く、黒体放射成分を見積もるのは難しい。
- 中性鉄輝線の強度(等価幅)は、PKS0558:9.7[eV]; Ark564:3.5[eV]; Mrk335:61[eV]; IGRJ16185:82[eV]、である。BLS1の平均値:125eV[10]に比べて弱い。
- 15-40[keV]のエネルギー範囲でべき関数成分に対する反射成分のフラックス比は、TonS180: $F_{\text{反射}}/F_{\text{べき}}=r2=0.5$ ; PKS0558-504: $r2=0.25$ ; Mrk335: $F_{\text{反射}}/F_{\text{べき}}=r2=1.55$ ; Ark564: $r2=0.69$ ; IGRJ16185-5928: $r2=0.84$ 、である。PKS0558-504は硬X線領域でも反射成分の寄与が弱い。

### 結果[2]:パラメータ同士の相関(各天体のBH質量はBian & Zhao, 2003[1], Gliozzi et al. 2010[3], Malizia et al. 2008[5]を参照)



### Comment②

サンプルが5天体しかないのもっと数を増やしてパラメータ同士の関係を見ていく必要がある。BH質量が大きくなるほど、光子指数は小さくなっている。BH質量が大きいBLS1はNLS1に比べてスペクトルがフラットになる傾向[2]が知られているが、それを反映しているのかもしれない。

### まとめ

- X線天文衛星すざくを用いて狭輝線1型セイファート銀河TonS180を観測し、0.25-55keVのX線スペクトルを得た。この天体のスペクトルは、べき関数成分+反射成分+多温度黒体放射成分の重ね合わせで再現することが出来る。反射成分は広がった鉄輝線や0.6keV付近の輝線構造を再現する。各成分は軟X線領域で同程度寄与し、多温度黒体放射成分は $kT=75\text{eV}$ と従来よりも低い温度で制限を加えることが出来た。また、AGNでは普遍的に見られる中性鉄輝線が見られないことも分かった。
- 更に、すざくのアーカイブデータから、NLS1であるPKS0558-504, Mrk335, Ark564, IGRJ16185-5928を選び、系統的解析を行った。この中で、Mrk335とArk564がTonS180と同様に黒体放射温度を低く制限することが出来た。一方、PKS0558-504では、反射成分の寄与が弱く、 $k\text{Tin}=183\text{eV}$ と高い温度になった。4天体全てについて、中性鉄輝線の強度はBLS1の平均値に比べて弱い。

### 参考文献

1. Bian & Zhao. 2003, MNRAS, 343, 164
2. Brandt et al. 1997, MNRAS, 285, L25
3. Gliozzi et al. 2010, ApJ, 717, 1243
4. Leighly. 1999, ApJS, 125, 297
5. Malizia et al. 2008, MNRAS, 389, 1360
6. Miyazawa et al. 2009, PASJ, 61, 1331
7. Murashima et al. 2005, PASJ, 57, 279
8. Takahashi et al. 2010, PASJ, 62, 1483
9. Veron-Cetty, M. P., & Veron, P. 2010, A&A, 518A, 10
10. Zhou & Zhang. 2010, ApJ, 713, L11